广东双季稻区杂草地和稻田中捕食性节肢动物的群落动态

刘雨芳[1]，古德祥[2]，张古忍[2]
(1. 湖南科技大学生命科学学院，湖南湘潭 411201；2. 中山大学昆虫学研究所，生物防治国家重点实验室，广州 510275)

摘要：用吸虫器采样法，于1998年对广东省大沙镇双季稻区两块相邻的杂草地和稻田中捕食性节肢动物群落的结构进行了研究。在杂草地生境中共采集到73种捕食性节肢动物，其中55种为蜘蛛，18种为昆虫。3月21日，早稻田翻耕前，在杂草地中采集到33种捕食性节肢动物，密度为130头/m²。4月4日，水稻移栽1周后，在杂草地中采到29种捕食性节肢动物，密度为92头/m²；同期在稻田中采到12种捕食性节肢动物，密度为16.2头/m²。5月13日早稻成熟前期，在杂草地中只采到19种捕食性节肢动物，密度为28头/m²；而此期，在稻田中采到27种捕食性节肢动物，密度为53.2头/m²。在晚稻生长期，杂草地捕食性节肢动物与稻田捕食性节肢动物物种数和密度的变化与早稻生长期情况相似。杂草地与稻田两生境间的捕食性节肢动物群落的相似性系数大于0.5，由此可见，这两类生境中捕食性节肢动物的物种组成是非常相似的，具有较多的共有种。杂草地捕食性节肢动物群落可能是稻田捕食性节肢动物群落重建的重要种库之一。

关键词：双季稻区；杂草地生境；捕食性节肢动物；群落重建；种库
中图分类号：Q148　**文献标识码**：A　**文章编号**：0454-6296 (2003) 05-0591-07

The community dynamics of predatory arthropods in both weed habitat and paddy field from a double cropping paddy in Guangdong

LIU Yu-Fang[1], GU De-Xiang[2], ZHANG Gu-Ren[2] (1. College of Life Sciences, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan, Hunan 411201, China; 2. Institute of Entomology & State Key Laboratory for Biological Control, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: The community structure of predatory arthropods in a weed habitat and a neighboring paddy field from a double cropping paddy in Dasha Town, Guangdong Province was investigated with the suction sampler in 1998. In total, 73 predator species, including 55 species of spiders and 18 species of insects, were collected in the weed habitat. On March 21, when the field had been ploughed for planting early rice, 33 species of predatory arthropods were collected with the density of 130 predators /m² in the weed habitat. On April 4, one week later the seedlings were transplanted, 29 species of predatory arthropods with the density of 92 predators /m² and 12 species with the density of 16.2 predators /m² were collected in the weed habitat and the rice field, respectively. On May 13, early rice coming to mature, only 19 species of predatory arthropods with the density of 28 predators /m² were collected in the weed habitat while 27 species with the density of 53.2 predators /m² were collected in the rice field. The similarity coefficients of the predatory arthropod communities in the weed habitat and the rice field were over 0.5, indicating many common species of predatory arthropods in the two habitats. These results suggest the community of predatory arthropods in weed habitat might be one of the main species pools for reestablishment of the community of in rice field.

Key words: double cropping paddy area; weed habitat; predatory arthropod; community reestablishment; species pool

杂草改变了农作物生境的特性，为捕食性节肢动物的猎物提供替代寄主植物等（Norris and Kogan, 2000）。丰富的地表植被以及周围非作物植被生境，是腰果种植园天敌节肢动物的库源，能提高种植园中天敌节肢动物的物种数，达到调节控制果园害虫的目的（Peng *et al*., 1998）。冬季庇护所

基金项目：国家自然科学基金重点项目（39830040）；国家自然科学基金项目（30270879）；湖南省自然科学基金项目（02JJY5009）
作者简介：刘雨芳，女，1964年生，湖南湘乡人，博士，教授，主要从事昆虫群落生态学、害虫生态控制及转基因植物生态安全评价等方面的研究，E-mail: liuyf@xtnu.edu.cn
收稿日期 Received: 2002-06-24；接受日期 Accepted: 2003-01-17

中的猎蝽 *Dicyphus tamaninii* 与 *Macrolophus caliginosus* 在早春迁入西红柿地，对西红柿上的害虫有显著的控制作用（Alomar *et al*., 2002）。非稻田生境及其植被中的天敌是稻田天敌种群建立或重建的重要来源（Liss *et al*., 1986；张古忍等，1997，古德祥等，1999；刘雨芳，2000）。如稻田稻飞虱卵寄生蜂和其周围非稻田生境中的飞虱卵寄生蜂有着非常密切的关系。当水稻移栽后，非稻田生境中的卵寄生蜂能快速迁回到稻田中寄生于稻飞虱卵，同时杂草地也是稻飞虱捕食性天敌黑肩绿盲蝽 *Cyrtorrhinus livilipennis* 的临时栖息地（Yu *et al*., 1996）。稻田田埂为稻田天敌提供了一个良好的过渡基地（庄西卿，1989）。农业景观结构的多样性强烈地影响着发生在作物地中的天敌昆虫的物种丰富度和效能，理解这些景观结构是如何影响作物、害虫、天敌间的相互作用，是利用昆虫进行生物防治成功与否的关键（Paul *et al*., 2000）。杂草地是稻田周围最常见的一类非作物生境，其存在增加了农田生态系统的景观多样性，且其中蕴藏着大量的捕食性节肢动物，但对杂草地捕食性节肢动物群落的结构、动态及其作为种库与稻田捕食性节肢动物群落重建的关系的研究未见报道。作者于1998年至2000年对双季稻区稻田节肢动物各功能团与其种库节肢动物各功能团之间的相互关系作了较系统的研究（刘雨芳，2000；刘雨芳等，2002）。本文详细地分析了双季稻区杂草地捕食性节肢动物群落及其与稻田捕食性节肢动物群落重建的关系。

1 材料和方法

1.1 实验地

1998年3月至12月，在广东省四会市大沙镇稻作区（北纬23°19′，东经112°40′），选择一块面积约660 m^2 的杂草地（一池塘斜坡堤6.9 m×102 m）及与其紧邻的一块稻田（面积约为1 000 m^2）作为节肢动物调查区。该调查区年平均温度21.3 ℃，常年降雨量1 800 mm。杂草地受人为干扰很轻，植被覆盖很好，优势种杂草是两耳草 *Palum conjugatum*，其它杂草主要是马唐 *Digitaria sanguinalis*、游草 *Leersia hexandra*、辣蓼 *Polygonum hydropiper*、空心莲子草 *Alternanthera philoxeroides* 和加拿大飞蓬 *Erigeron kamtschaticus* 等。

1.2 调查方法

用吸虫器（刘雨芳等，1999）对调查区杂草地与稻田取样调查。经室内清样、鉴定（陈孝恩和高君川，1990；李永禧等，1990；彭贤锦等，1993；尹长民，1997；尹长民等，1997；宋大祥和朱明生，1997；朱明生，1998），统计捕食性节肢动物种类数和各物种的个体数。杂草地采取随机平行线跳跃式5点取样，每样方面积为1 m^2，样方间距为10 m，样方距稻田1.5 m以上。稻田采用对角线9点取样，每个样本抽吸20丛水稻（折合约为1 m^2）。从水稻移栽后一周始，每2周调查1次，直至水稻收割。在水稻生长期，杂草地与稻田同步调查，早、晚稻生长期稻田各调查6次，全年两季共调查12次。杂草地的调查，除了与稻田同步的12次调查外，在早、晚稻稻田灌水翻耕前及水稻成熟收割后各调查1次，全年共调查16次。

1.3 数据分析与处理

用物种丰富度（S）、个体数量（N）、Berger-Parker的优势度指数（D）对调查数据进行分析。按优势度 D 判定各物种的丰盛度情况：当 $D \geq 0.10$ 时，为优势种；$0.05 \leq D < 0.10$ 时为丰盛种；D 在 $0.01 \sim 0.05$ 之间为常见种。利用Czekanowski的群落相似系数 C_S 对杂草地与稻田中的捕食性节肢动物群落进行相似性分析（丁岩钦，1994）。优势度指数 D 和群落相似系数 C_S 的计算公式如下：

$D = N_i / N$，式中，N_i 为第 i 个物种的个体数量，N 为全部物种的个体数量。

$C_s = 2J/(a+b)$，式中，J 为群落A与群落B共有的物种数，a，b 分别为群落A与群落B各自含有的物种数。

2 结果与分析

2.1 双季稻区杂草地捕食性节肢动物群落的组成及其优势度

通过系统取样调查，在杂草地中共采集到73种捕食性节肢动物，其中55种蜘蛛，18种昆虫。蜘蛛是杂草地生境中捕食性节肢动物群落的主要组成成分。

2.1.1 主要物种组成及其优势度：早稻田灌水翻耕前，在杂草地中共采集到33种捕食性节肢动物，其中25种蜘蛛，8种昆虫。3个优势种，1个丰盛种，6个常见种；早稻生长期，在杂草地中共采集到61种捕食性节肢动物，其中46种蜘蛛，15种昆虫；有3个优势种，1个丰盛种，9个常见种；早稻收割后至晚稻田翻耕前，在杂草地中共采集到

32 种捕食性节肢动物，其中 27 种蜘蛛，5 种昆虫，有 3 个优势种，3 个丰盛种，6 个常见种；晚稻生长期，在杂草地中共采集到 56 种捕食性节肢动物，其中 47 种蜘蛛，9 种昆虫，有 2 个优势种，3 个丰盛种，10 个常见种；晚稻收割后，在杂草地中采集到 20 种捕食性节肢动物，其中 16 种蜘蛛，4 种昆虫，有 2 个优势种，1 个丰盛种，10 个常见种。各时期的主要物种组成及其优势度详见表 1。

表 1 双季稻区杂草地主要捕食性节肢动物的优势度（广东大沙，1998）

Table 1 Dominances（*D*）of important predatory arthropods in weed habitat neighboring the two-crop paddy in Dasha Town，Guangdong Province in 1998*

取样日期（月．日）Sampling date（month. day）	种类 Species	优势度 *D*	种类 Species	优势度 *D*
3．21（早稻田翻耕前）Mar. 21（Before ploughing up early rice field）	食虫沟瘤蛛 *Ummeliata insecticeps*	0.496	拟环纹豹蛛 *Pardosa pseudoannulata*	0.021
	斜纹猫蛛 *Oxyopes sertatus*	0.133	草间小黑蛛 *Erigonidium graminicolum*	0.014
	老狡蛛 *Dolomedes senilis*	0.123	四斑锯螯蛛 *Dyschiriognatha quadrimaculata*	0.013
	八斑鞘蛛 *Coleosoma octomaculatum*	0.084	类水狼蛛 *Pirata piratoides*	0.013
	沟渠豹蛛 *Pardosa laura*	0.028	棕管巢蛛 *Clubiona japonicola*	0.011
4．4－6．18（早稻期）Apr. 4－Jun. 18（Early rice stage）	食虫沟瘤蛛 *U. insecticeps*	0.303	线纹猫蛛 *Oxyopes lineatipes*	0.033
	老狡蛛 *D. senilis*	0.117	棕管巢蛛 *C. japonicola*	0.022
	斜纹猫蛛 *O. sertatus*	0.109	类水狼蛛 *P. piratoides*	0.013
	蚂蚁 *Formica sinae*	0.061	沟渠豹蛛 *Pardosa laura*	0.013
	八斑鞘蛛 *C. octomaculatum*	0.037	稻红瓢虫 *Micraspis discolor*	0.012
	四斑锯螯蛛 *D. quadrimaculata*	0.035	草间小黑蛛 *E. graminicolum*	0.011
	拟环纹豹蛛 *P. pseudoannulata*	0.034		
7．7－7．16（早稻收割后至晚稻移栽前）Jul.7－Jul.16（After harvest of early rice to before ploughing up of late rice field）	斜纹猫蛛 *O. sertatus*	0.257	丰满新园蛛 *Neoscona punctigera*	0.031
	食虫沟瘤蛛 *U. insecticeps*	0.188	双钩球蛛 *Theridion pinastri*	0.031
	老狡蛛 *D. senilis*	0.120	黄带猎蛛 *Evarcha flavocincta*	0.026
	四斑锯螯蛛 *D. quadrimaculata*	0.063	沟渠豹蛛 *P. laura*	0.021
	棕管巢蛛 *C. japonicola*	0.058	八斑鞘蛛 *C. octomaculatum*	0.016
	华南菱头蛛 *Bianor hotingchiechi*	0.058	微菱头蛛 *Bianor aenescens*	0.016
8．5－10．23（晚稻期）Aug. 5－Oct. 23（Late rice stage）	斜纹猫蛛 *O. sertatus*	0.342	华南菱头蛛 *B. hotingchiechi*	0.023
	拟环纹豹蛛 *P. pseudoannulata*	0.138	八斑鞘蛛 *C. octomaculatum*	0.020
	老狡蛛 *D. senilis*	0.088	类水狼蛛 *P. piratoides*	0.017
	线纹猫蛛 *O. lineatipes*	0.062	斜纹菱头蛛 *Bianor inexplouratus*	0.012
	蚂蚁 *F. sinae*	0.052	浙江豹蛛 *Pardosa tschekiangensis*	0.012
	沟渠蝇虎 *Plexippus petersi*	0.044	拟水狼蛛 *Pirata subpiraticus*	0.012
	微菱头蛛 *B. aenescens*	0.040	食虫沟瘤蛛 *U. insecticeps*	0.012
	鳃哈莫蛛 *Harmochirus brachiatus*	0.029		
11．13（晚稻收割后）Nov. 13（After harvest of late rice）	斜纹猫蛛 *O. sertatus*	0.432	丰满新园蛛 *N. punctigera*	0.017
	拟环纹豹蛛 *P. pseudoannulata*	0.199	双钩球蛛 *T. pinastri*	0.017
	浙江豹蛛 *P. tschekiangensis*	0.091	三突花蛛 *Misumenop tricuspidatsu*	0.017
	微菱头蛛 *B. aenescens*	0.045	黄带猎蛛 *E. flavocincta*	0.017
	八斑鞘蛛 *C. octomaculatum*	0.034	多色金蝉蛛 *Phintella versicolor*	0.017
	四斑锯螯蛛 *D. quadrimaculata*	0.023	黑色蝇虎 *Plexippus paykulli*	0.017
	鳃哈莫蛛 *H. brachiatus*	0.023		

$D \geqslant 0.10$，$0.05 \leqslant D < 0.10$ 和 $0.01 < D < 0.05$ 分别定为优势种、丰盛种和常见种。

$D \geqslant 0.10$，$0.05 \leqslant D < 0.10$ and $0.01 < D < 0.05$ are adjudged as dominant，abundant and common species，respectively.

2.1.2 优势种数量的季节动态：通过 16 次调查，在杂草地捕食性节肢动物群落中共有 4 种蜘蛛为优势种，它们分别是食虫沟瘤蛛、老狡蛛、斜纹猫蛛和拟环纹豹蛛。由图 1 可知，在早稻田翻耕前至早稻生长前期，杂草地中食虫沟瘤蛛的数量最多，优势最明显，随后其优势性明显降低；而在早稻生长后期，以老狡蛛的数量最多，优势最明显。在晚稻生长后期，斜纹猫蛛的优势性最明显。由此也证明了同一时期不同优势种在群落中的数量比例不同，以及同一优势种在不同时期在群落中的数量比例也是不相同的。

2.2 杂草地和稻田中捕食性节肢动物群落的比较

2.2.1 物种数动态的比较：3 月 21 日早稻田灌水翻耕前调查，杂草地中捕食性节肢动物种类最多 (33 种)。早稻移栽后（4 月 4 日）至早稻成熟前期（5 月 13 日），杂草地中的捕食性节肢动物的种类数呈下降趋势，从 29 种减少至 19 种；在此期间，稻田中的捕食性节肢动物的种类数一直呈上升趋势，从 12 种增加至 27 种。早稻成熟期（6 月 1 日）至夏闲期（7 月 7 日），杂草地中捕食性节肢动物物种数呈上升趋势，从 17 种增加至 27 种；与此同时，稻田中的捕食性节肢动物的种类数呈下降趋势，从 27 种减少至 17 种。在晚稻生长期，杂草地和稻田中的捕食性节肢动物的种类数动态与早稻生长期有相似的趋势（图 2)。

2.2.2 个体数量动态的比较：3 月 21 日早稻田灌水翻耕前调查，杂草地单位面积内的捕食性节肢动物个体数量最多，为 130 头/m^2。早稻移栽后，杂草地单位面积内的捕食性节肢动物数量显著降低，从移栽后 1 周（4 月 4 日）的 92 头/m^2 减少至早稻

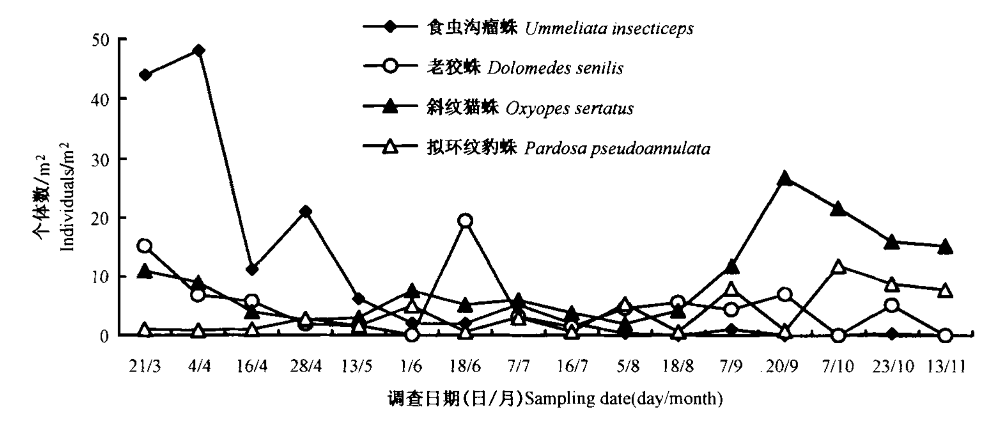


图 1 杂草地生境中捕食性节肢动物优势种的数量动态（广东大沙，1998）

Fig. 1 Population dynamics of dominant predatory arthropods in weed habitat nearby the two-crop paddy in Dasha Town, Guangdong Province in 1998

3 月 21 日为早稻田翻耕前，4 月 4 日至 6 月 18 日为早稻期，7 月 7 日至 7 月 16 日为夏闲期，8 月 5 日至 10 月 23 日为晚稻期，11 月 13 日为晚稻收割后，图 2、3 同。

The field was ploughed for planting early rice before March 21, early rice stage from April 4 to June 18, summer fallow period from July 7 to July 16, late rice stage from August 5 to October 23, and late rice harvest on November 13. The same for the Figs. 2 and 3.

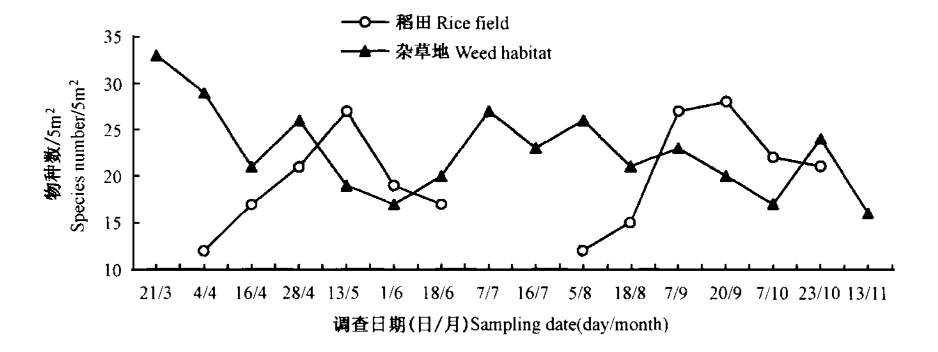


图 2 杂草地和稻田中捕食性节肢动物的物种数动态（广东大沙，1998）

Fig. 2 Dynamics of species richness of predatory arthropod in weed habitat and rice fields in Dasha Town, Guangdong Province in 1998

成熟前期（5 月 13 日）的 28 头/m²；同期，稻田中单位面积内的捕食性节肢动物个体数量呈明显上升趋势，从 16.2 头/m²增加到 53.2 头/m²。早稻成熟前期（5 月 13 日）至夏闲期（6 月 18 日），杂草地中单位面积内的捕食性节肢动物个体数量呈上升趋势，从 28 头/m²增加到 42 头/m²；而同期，稻田中的捕食性节肢动物的种类数呈下降趋势，从 53.2 头/m² 减少至 28.2 头/m²。在晚稻期，单位面积杂草地和稻田捕食性节肢动物的个体数量动态与早稻期有相似的趋势（图 3）。

2.2.3　主要物种组成的比较：组成杂草地与稻田捕食性节肢动物群落的主要物种，包括优势种、丰盛种和常见种非常相似，如食虫沟瘤蛛是杂草地捕食性节肢动物群落的优势种（早稻期）或常见种（晚稻期），也是稻田捕食性节肢动物群落的优势种（早稻期）或丰盛种（晚稻期）；斜纹猫蛛是杂草地捕食性节肢动物群落的优势种（早稻期和晚稻期），也是稻田捕食性节肢动物群落的常见种（早稻期）或丰盛种（晚稻期）；类水狼蛛是杂草地捕食性节肢动物群落的常见种（早稻期和晚稻期），也是稻田捕食性节肢动物群落的优势种（早稻期）或丰盛种（晚稻期）等，详见表 2。

2.2.4　群落的相似性比较：按早稻生长初期、早稻整个生长期、晚稻生长初期、晚稻整个生长期四个时期，对杂草地捕食性节肢动物群落与稻田捕食性节肢动物群落的相似性进行比较。结果表明，各时期两生境中捕食性节肢动物群落的相似性系数都大于 0.5，详见表 3。

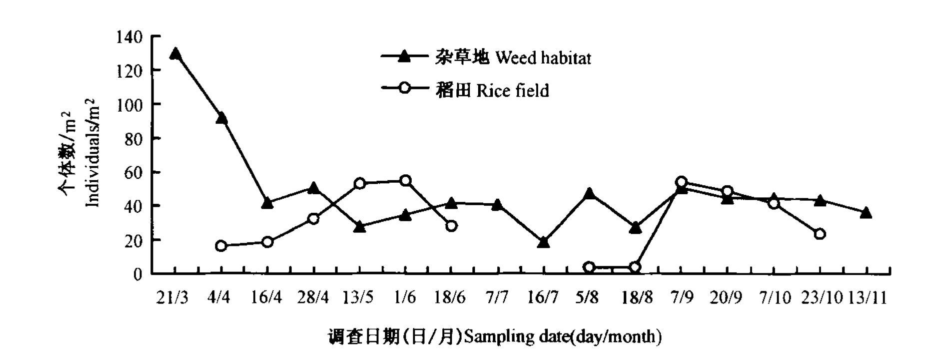


图 3　杂草地和稻田捕食性节肢动物数量动态（广东大沙，1998）
Fig. 3　Dynamics of predatory arthropod individuals in weed habitat and rice field in Dasha Town, Guangdong Province in 1998

表 2　杂草地和稻田中主要捕食性节肢动物组成及其优势度的比较（广东大沙，1998）
Table 2　Comparison between dominances of important predatory arthropods in weed habitat and paddy field in Dasha Town, Guangdong Province in 1998

捕食者 Predator	早稻期 Early rice period		晚稻期 Late rice period	
	杂草地 Weed habitat	稻田 Paddy field	杂草地 Weed habitat	稻田 Paddy field
食虫沟瘤蛛 *Ummeliata insecticeps*	0.3030 (D)	0.2169 (D)	0.0120 (C)	0.0806 (A)
老狡蛛 *Dolomedes senilis*	0.1166 (D)	0.0022	0.0881 (A)	0.0144 (C)
斜纹猫蛛 *Oxyopes sertatus*	0.1097 (D)	0.0380 (C)	0.3424 (D)	0.0719 (A)
八斑鞘蛛 *Coleosoma octomaculatum*	0.0368 (C)	0.0110 (C)	0.0202 (C)	0.1019 (D)
拟环纹豹蛛 *Pardosa pseudoannulata*	0.0342 (C)	0.0883 (A)	0.1381 (D)	0.0413 (C)
类水狼蛛 *Pirata piratoides*	0.0130 (C)	0.1275 (D)	0.0170 (C)	0.0694 (A)
拟水狼蛛 *Pirata subpiraticus*	0.0082	0.1595 (D)	0.0120 (A)	0.2219 (D)

D：优势种 Dominant species；A：丰盛种 Abundant species；C：常见种 Common species

表3 杂草地捕食性节肢动物群落与稻田捕食性节肢动物群落相似性比较（广东大沙，1998）

Table 3 Comparison between similarity coefficients of predatory arthropod communities in weed habitat and paddy field in Dasha Town, Guangdong Province in 1998

水稻生长期 Rice stage	群落相似性指数 Similarity coefficient	水稻生长期 Rice stage	群落相似性指数 Similarity coefficient
早稻初期 Early stage of early rice	0.5636	晚稻初期 Early stage of late rice	0.5283
早稻全期 Whole stage of early rice	0.6185	晚稻全期 Whole stage of late rice	0.7071

3 讨论

稻田周围的杂草地中捕食性节肢动种类较多，个体数量也较大。水稻移栽后，杂草地中的捕食性节肢动物逐渐迁入稻田，使稻田捕食性节肢动物群落重新建立和发展壮大，在水稻生长中期到达顶峰阶段。此后，随着水稻的成熟与收割，部分捕食性节肢动物又从稻田迁回杂草地。但是，稻田生境的捕食性节肢动物物种数或个体数量的增加（或减少）与杂草地中捕食性节肢动物的物种数或个体数量的减少（或增加）的这种互补对应关系，有时并不完全吻合，尤其是已有一定数量的物种迁进稻田后。分析其原因，首先，种群从杂草地迁进稻田时，并不一定是种群的所有个体都迁入稻田，而是种群的部分个体迁入稻田，部分个体仍留在杂草地中；第二，随着水稻的生长发育，稻田捕食性节肢动物群落逐渐形成，天敌种群由杂草地向稻田的单向迁移逐渐变为在杂草地与稻田生境间的双向移动，即存在种群与个体的双向交流，尤其是一些游猎型种类，如拟水狼蛛、拟环纹豹蛛等，经常在杂草地与稻田生境中来回迁移；第三，杂草地中的捕食性节肢动物与稻田中捕食性节肢动物都有繁殖。因此即使有部分个体迁入稻田，也不一定就会导致杂草地中捕食性节肢动物数量的持续下降（刘雨芳，2000）。

群落的相似性指的是群落间物种组成的相似程度，它是群落分析的一个重要基础。相似性系数的大小直接反映两群落间的相似程度，数值越大，表示群落越相似。但既使在同一群落或同一植被地段重复取样，其相似性也达不到100%，通常为60%～90%（王伯荪，1987）。因此，不同群落的相似性系数达到50%～60%，可以认为群落间的相似程度已经很高。经统计分析，大沙镇稻田捕食性节肢动物群落与杂草地捕食性节肢动物群落的相似性系数比较大（均大于0.5），这说明稻田捕食性节肢动物群落与杂草地捕食性节肢动物群落的物种组成较相似，且存在的共有种较多。

生境的调节与管理是基于生态学的方法与理论，在农田景观中形成有利于天敌生存与繁衍的环境条件与植被结构，为天敌提供诸如替代猎物或寄主、庇护所等，可以提高天敌的控害效能，促进生物防治技术的应用（Douglas *et al*., 2000）。杂草地为迁出稻田的捕食性节肢动物提供了一个较好的临时庇护所，同时也是稻田捕食性节肢动物群落重建的种库。在稻田生态系统中，保持一定面积的非稻田生境如杂草地，通过生境调节，发挥捕食性天敌对害虫种群的生态控制作用，可能成为害虫管理对策的一种新的途径。

参考文献（References）

Alomar O, Goula M, Albajes R, 2002. Colonization of tomato fields by predatory mirid bugs (Hemiptera: Heteroptera) in northern Spain. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 89 (1-2 Special Issue): 105-115.

Chen X E, Gao J C, 1990. The Sichuan Farmland Spiders in China. Chengdu: Sichuan Scientific and Technical Publishing House. 41-195. [陈孝恩，高君川，1990. 四川农田蜘蛛彩色图册. 成都：四川科学技术出版社. 41-195]

Ding Y Q, 1994. Mathematic Ecology of Insect. Beijing: Science Press. 438, 451. [丁岩钦，1994. 昆虫数学生态学. 北京：科学出版社. 438, 451]

Douglas A L, Stephen D W, Geoff M G, 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annu. Rev. Entomol.*, 45: 175-201.

Gu D X, Zhang G R, Zhang W Q, 1999. The reestablishment of the spider community and the relationship between spider community and its species pool in paddy fields. *Acta Arachnologica Sinica*, 8 (2): 89-94. [古德祥，张古忍，张文庆，1999. 稻田蜘蛛群落的重建及与其种库的相关性. 蛛形学报，8 (2): 89-94]

Li Y X, Zhou Y H, Wang Z Y, Pu T S, 1990. Economic Insect Iconography of Guangxi (Predaceous Insects). Nanning: Guangxi Press of Science & Technology. 1-95. [李永禧，周玉宏，王助引，蒲天胜，1990. 广西经济昆虫图册（捕食性昆虫）. 南宁：广西科学技术出版社. 1-95]

Liss W J, Gut L J, We-Stigard P H, 1986. Perspectives on arthropod community structure, organization and development in agricultural crops. *Annu. Rev. Entomol.*, 31: 455-478.

Liu Y F, 2000. Studies on the Community Structure of Arthropods in Rice

Ecosystem. Thesis of Ph D. Guangzhou: Zhongshan University. [刘雨芳，2000. 稻田生态系统节肢动物群落结构研究. 博士学位论文. 广州：中山大学]

Liu Y F, Zhang G R, Gu D X, 1999. Investigating the arthropod communities in paddy fields using an improvement suction sampler. *Plant Protection*, 25 (6): 39 - 40. [刘雨芳，张古忍，古德祥，1999. 利用改装的吸虫器研究稻田节肢动物群落. 植物保护，25 (6): 39 - 40]

Liu Y F, Zhang G R, Gu D X, Wen R Z, 2002. Enzyme-linked immunosorbent assay used to detect the food relationship of the arthropods in paddy fields. *Acta Entomol. Sin.*, 45 (3): 352 - 358. [刘雨芳，张古忍，古德祥，温瑞贞，2002. 用 ELISA 方法研究稻田节肢动物的食物关系. 昆虫学报，45 (3): 352 - 358]

Norris R F, Kogan M, 2000. Interactions between weeds, arthropod pests, and their natural enemies in managed ecosystems. *Weed Science*, 48 (1): 94 - 158.

Paul C, Marino D, Landis A, 2000. Parasitoid community structure: implications for biological control in agricultural landscapes. In: Interchanges of Insects between Agricultural and Surrounding Landscapes. 183 - 193.

Peng R K, Christian K, Gibb K, 1998. The effect of non-crop vegetation on the insect pests and their natural enemies in cashew (*Anacardium occidentale* L.) plantations. *Plant Protection Quarterly*, 13 (1): 16 - 20.

Peng X J, Xie L P, Xiao X Q, Yin C M, 1993. Salticids in China (Arachnida: Araneae). Changsha: Hunan Normal University Press. 21 - 250. [彭贤锦，谢莉萍，肖小芹，尹长民，1993. 中国跳蛛（蛛形纲：蜘蛛目）. 长沙：湖南师范大学出版社. 21 - 250]

Song D X, Zhu M S, 1997. Fauna Sinica (Arachnida: Araneae: Thomisidae, Philodromidae). Beijing: Science Press. 136 - 149. [宋大祥，朱明生，1997. 中国动物志（蛛形纲：蜘蛛目：蟹蛛科，逍遥蛛科）. 北京：科学出版社. 136 - 149]

Wang B X, 1987. Community Botany. Beijing: High Education Publishing House. 78 - 96. [王伯荪，1987. 植物群落学. 北京：高等教育出版社. 78 - 96]

Yin C M, 1997. Fauna Sinica (Arachnida: Araneae: Araneidae). Beijing: Science Press. 63 - 393. [尹长民，1997. 中国动物志（蛛形纲：蜘蛛目：园蛛科）. 北京：科学出版社. 63 - 393]

Yin C M, Peng X J, Xie L P, Bao Y H, Wang J F, 1997. Lycosids in China (Arachnida: Araneae). Changsha: Hunan Normal University Press. 23 - 289. [尹长民，彭贤锦，谢莉萍，鲍幼惠，王家福，1997. 中国狼蛛（蛛形纲：蜘蛛目）. 长沙：湖南师范大学出版社. 23 - 289]

Yu X P, Heong K L, Hu C, 1996. Role of non-rice habitats for conserving egg parasitoids of rice planthoppers and leafhoppers. In: Proceedings of the International Workshop on Pest Management Strategies in Asian Monsoon Agroecosystems. Kyushu National Agricultural Experiment Station of Agriculture, Forestry and Fisheries, Japan. 63 - 67.

Zhang G R, Gu D X, Zhang W Q, 1997. The species pool and the reestablishment of community of predatory arthropods in rice fields. *Chinese Biological Control*, 13 (2): 65 - 68. [张古忍，古德祥，张文庆，1997. 稻田捕食性节肢动物群落的种库与群落的重建. 中国生物防治，13 (2): 65 - 68]

Zhuang X Q, 1989. Studies on the relationship between the insect community and grasses on the rice fields ridges. *Acta Ecologica Sinica*, 9 (1): 35 - 40. [庄西卿，1989. 稻田田埂昆虫群落与田埂杂草关系的研究. 生态学报，9 (1): 35 - 40]

Zhu M S, 1998. Fauna Sinica (Arachnida: Araneae: Theridiidae). Beijing: Science Press. 69 - 73. [朱明生，1998. 中国动物志（蛛形纲：蜘蛛目：球蛛科）. 北京：科学出版社. 69 - 73]